

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2009182009

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于(准)干切削技术 MQLCS 系统的开发

Research on MQLCS System Based on Sub-Dry Machining

刘万山

指导教师姓名: 姚 斌 教 授

专 业 名 称: 机械工程

论文提交日期: 2014 年 08 月

论文答辩时间: 2014 年 月

学位授予日期: 2014 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2014 年 08 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

制造业是经济发展的基础，在促进人类物质生活发展的同时，又是环境污染源头之一。金属切削加工占机械制造业的 60%以上，在传统切削加工中，切削液占有重要地位，其在切削过程中起到的冷却、润滑、清洗等作用直接影响到产品的质量与精度，使用切削液会产生很多问题，其中对环境的污染首当其冲。

(准)干切削加工技术既能减少甚至消除切削液的负面影响，又能保证加工的工艺效果，成为金属切削加工研究及应用的主要方向。

本文的研究工作主要包含以下四方面的内容：

(1) 阐述了制造业与环境的关系，切削加工中切削液的重要性与危害，分析了(准)干切削技术理论与关键技术，并介绍了各种(准)干切削加工方式。

(2) 通过(准)干切削技术理论与加工方式，对最小量切削液技术(MQCFA)进行研究，基于 MQCFA 技术开发并搭建了微量润滑冷却系统(MQLCS)。

(3) 基于(准)干切削技术机理，研究了气液两相流体的各项参数对 MQLCS 系统的影响，对 MQLCS 系统效能进行分析，为 MQLCS 系统的控制调整提供理论依据，同时确定通过调整系统内气体压力参数即可控制 MQLCS 系统效能。

(4) 在 CA6136 普通车床上对 MQLCS 系统进行了切削加工试验，通过试验数据和模型得出结论：根据美国机械切削加工手册推荐，普通车削加工的切削液用量为 19L/min，MQLCS 系统的切削液总用量 10ml/min，在极为降低切削液用量同时，获得比湿切削加工更好的工艺效果，实现课题预期目的。

本文所设计开发的 MQLCS 系统的意义和创新之处在于：基于 MQCFA 技术，克服了传统湿切削和干切削加工的不足，采用纯气动方式并运用模块化结构设计，成本造价低、操作方便、易于对现有机台进行改造，使用微量的切削液即可得到传统湿切削加工的工艺效果，在使用中水基冷却剂与油基润滑剂可以进行流量的调整与匹配，以适合多种加工方式的需要。

关键词：(准)干切削；MQCFA 技术；MQLCS 系统；冷却润滑；气液两相流

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

Manufacturing industry is the basis of the development of economic. It improves people's daily life, while it is also one of the main causes of environmental pollution. Metal machining process counts more than 60% proportion in the manufacturing industry. In traditional machining, cutting fluid is an indispensable element in processing. It's functions during cutting such as cooling, lubrication, cleaning directly impacting on the quality and accuracy of products. But also, the cutting fluid has many problems, including playing a decisive role in the environmental pollution.

To reduce or even eliminate the negative impact of the cutting fluid while ensuring the quality, (sub) dry cutting technology has been developed and become a major issue in the research and application.

The main research of this paper includes the following four aspects:

First, it expounds the relationship between manufacturing industry and environment, as well the importance of machining in it, analyzing the mechanism, key processing methods of dry cutting and sub dry cuttings.

Second, according to the mechanism and processing method of (sub) dry cutting, we researched MQCFA technology, and based on it, we developed and built MQLCS system.

Third, on the basis of the mechanism of (sub) dry cutting, the efficiency analysis of MQLCS system about terminal gas-liquid two-phase flow parameters provides a theoretical and data support for the functional regulation of MQLCS system. And it also gives control mode of the related parameters—controlling the air pressure to reach the efficiency of MQLCS system .

Fourth, the cutting tests on the MQLCS system, carried out to verify the effect in the CA6136 ordinary lathe, proved that the related parameters of MQLCS control system can be adjusted by the adjusting pressure valve. According to the USA machining manuals, cutting fluid dosage is 19L/min in the common lathe, but in the MQLCS system, it's only 10mL/min. Actually it can effect better while so few fluid dosage is consumed, achieves the desired objective.

The significance and innovation of the MQLCS system explained in this paper is overcoming the waste of resources and environmental pollution in traditional wet cutting , the high cutting tool costs caused by rising demands of machine tool in dry

cutting and some other issues based on the MQCFA. The system's applications of pure pneumatic and modular structure design enable it to reduce the cost, using and renovate easily, and reach the effect of traditional wet machining process with smaller amounts of cutting fluid. When using, the water-based and oil-based dual cooling lubrication can be adjusted and match to meet require of multiple cutting process.

Keywords: (Sub) dry cutting; MQCFA technology; MQLCS system; cooling and lubrication; gas-liquid two-phase flow

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪 论	1
1.1 课题的研究背景	1
1.2 (准)干切削技术研究与应用现状	3
1.3 课题的研究意义	4
1.4 本论文的主要工作	5
第二章 (准)干切削技术理论	7
2.1 干切削技术理论	7
2.2 干切削技术的工艺参数	9
2.2.1 刀具技术	9
2.2.2 机床技术	10
2.3 准干切削技术理论	10
2.4 本章小结	11
第三章 MQCFA 技术研究与 MQLCS 系统开发	13
3.1 (准)干切削加工方式	13
3.1.1 完全干切削	13
3.1.2 低温气体冷却干切削	14
3.1.3 液氮冷却干切削	14
3.1.4 硬态干切削	15
3.1.5 高速干切削	16
3.1.6 准干切削加工方式	17
3.2 最小量切削液技术 (MQCFA) 的研究	19
3.3 MQLCS 系统的基本原理架构	21
3.3.1 MQLCS 系统的供给方式	21
3.3.2 MQLCS 系统流体传输方式	22
3.4 MQLCS 系统基本原理架构方案	23
3.4.1 双电路原理架构	23

3.4.2 气电双路原理架构.....	24
3.4.3 双气路原理架构.....	24
3.5 MQLCS 系统的结构设计方案.....	25
3.6 MQLCS 系统结构件选取分析.....	26
3.7 本章小结.....	30
第四章 MQLCS 系统效能分析与效果试验.....	31
4.1 (准)干切削技术机理.....	31
4.1.1 金属材料高温软化现象.....	31
4.1.2 加工材料低温脆化现象.....	33
4.1.3 气体流动热置换效应.....	34
4.1.4 液体汽化热置换效应.....	35
4.1.5 润滑效应.....	36
4.1.6 变相刀具效应.....	37
4.1.7 气液两相雾化机理.....	37
4.2 MQLCS 系统效能分析.....	37
4.2.1 气体因素的参数分析.....	38
4.2.2 液体因素的参数分析.....	38
4.2.3 气液两相流参数分析.....	38
4.2.4 MQLCS 系统效能分析总结.....	42
4.3 MQLCS 系统效果试验.....	43
4.3.1 气液两相流喷射温度测量.....	43
4.3.2 切削温度测量方法.....	44
4.3.3 MQLCS 系统切削加工试验.....	46
4.4 切削试验结果分析.....	50
4.4.1 切屑状态与工件表面分析.....	51
4.4.2 刀具磨损分析.....	53
4.5 本章小结.....	54
第五章 论文总结与展望.....	57
5.1 总结.....	57

5.2 展望	58
参考文献	59
致 谢	63
硕士期间科研成果	64
附录:	
图表索引	65

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

CONTENTS

Chaptet 1 Introduction.....	1
1.1 Background of the issue.....	1
1.2 Rreserch and development of (sub) dry cutting	3
1.3 Significence of the issue	4
1.4 Main contents of the paper.....	5
Chaptet 2 The theory of (sub)dry cutting.....	7
2.1 The theory of dry cutting.....	7
2.2 Machining parameters of dry cutting	9
2.2.1 Cutting-tool engineering	9
2.2.2 Machine Tool technology.....	10
2.3 The theory of sub dry cutting.....	10
2.4 Summary of the chapter	11
Chaptet 3 Research on MQCFA and development of MQLCS	
system	13
3.1 Methods of the (sub) dry cutting	21
3.1.1 Completely dry cutting	13
3.1.2 Cryogenic gas cooling dry cutting	14
3.1.3 Liquid nitrogen dry cutting	14
3.1.4 Hard dry cutting	15
3.1.5 High speed dry cutting	16
3.1.6 Methods of the sub dry cutting	17
3.2 Research on MQCFA technology.....	19
3.3 Basic structure of MQLCS system	21
3.3.1 Suppling method of MQLCS system.....	21
3.3.2 Transmission method of MQLCS system.....	22

3.4 Basic structural scheme of MQLCS system	23
3.3.1 Structural scheme of dual circuit	23
3.3.2 Structural scheme of gas-electric dual circuit	24
3.3.3 Structural scheme of gas dual circuit	24
3.5 Structure designing of MQLCS system	25
3.6 Component-selecting of MQLCS system	26
3.7 Summary of the chapter	30
Chaptet 4 Analysis of the experiment and efficiency of MQLC-	
S system.....	31
4.1 Machining theory of (sub) dry cutting	31
4.1.1 Mechanism of metal high temperature softening.....	31
4.1.2 Phyenomenon of raw material Low Temperature Brittleness.....	33
4.1.3 Energy substitution effect of gas flow	34
4.1.4 Energy substitution effect of liquid vaporization.....	35
4.1.5 Lubricating effect.....	36
4.1.6 Active integration of tool deection effects	37
4.1.6 Mechanism of gas-liquid two-phase spraying	37
4.2 Efficiency analysis of MQLCS system	37
4.2.1 Analysis of meteorological factors.....	38
4.2. 2 Analysis of Liquid factors	38
4.2.3 Analysis of gas-liquid two-phase flow.....	38
4.2.4 Efficiency analysis of MQLCS system.....	42
4.3 Efficiency experiment of MQLCS system.....	43
4.3.1 Temperature t of two-phase gas-liquid flow	43
4.3.2 Temperature measuremen methods of cutting	44
4.3.3 Temperature measurement of MQLCS system.....	46
4.4 Analysis of efficiency experiment	50
4.4.1 Analysis of smear metal and workpiece surface.....	51
4.4.2 Analysis of tool wearness.....	53

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库